

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02460267 **Image available**
LAMINATED PHOTOVOLTAIC DEVICE

PUB. NO.: 63-077167 A]
PUBLISHED: April 07, 1988 (19880407)
INVENTOR(s): WATANABE KANEO
 NAKAJIMA YUKIO
APPLICANT(s): SANYO ELECTRIC CO LTD [000188] (A Japanese Company or
 Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 61-223223 [JP 86223223]
FILED: September 19, 1986 (19860919)
INTL CLASS: [4] H01L-031/04
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 35.1 (NEW
 ENERGY SOURCES -- Solar Heat)
JAPIO KEYWORD: R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors)
JOURNAL: Section: E, Section No. 648, Vol. 12, No. 310, Pg. 86, August
 23, 1988 (19880823)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a laminated photovoltaic device which has high photoelectric conversion efficiency by forming one or more conductive layers which pass a light of long wavelength between laminated photovoltaic elements.

CONSTITUTION: A transparent electrode 2, a first pin type photovoltaic element 10, a light transmission conductive layer (ITO) layer 7, a second pin type photovoltaic element 20 and a rear surface electrode 6 are sequentially formed on a transparent glass layer 1. The elements 10, 20 are formed of p-type a-Si layers 3, 13, i-type a-Si layers 4, 14, and n-type a-Si layers 5, 15. An ITO layer 7 mainly reflects a short wavelength light, the short wavelength light is absorbed to the element 10, and the transmitted long wavelength light is absorbed to the element 10. Thus, a laminated photovoltaic device having high photoelectric conversion efficiency is obtained.

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

8093831

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 63077167 A2 880407 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applic No | Kind | Date |
|-------------|------|--------|-------------|------|----------------|
| JP 63077167 | A2 | 880407 | JP 86223223 | A | 860919 (BASIC) |

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 86223223 A 860919

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 63077167 A2 880407

LAMINATED PHOTOVOLTAIC DEVICE (English)

Patent Assignee: SANYO ELECTRIC CO

Author (Inventor): WATANABE KANEO; NAKAJIMA YUKIO

Priority (No,Kind,Date): JP 86223223 A 860919

Applic (No,Kind,Date): JP 86223223 A 860919

IPC: * H01L-031/04

Derwent WPI Acc No: ; G 88-135982

JAPIO Reference No: ; 120310E000086

Language of Document: Japanese

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-77167

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)4月7日

H 01 L 31/04

W-6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑬ 発明の名称 積層型光起電力装置

⑮ 特 願 昭61-223223

⑯ 出 願 昭61(1986)9月19日

⑭ 発 明 者 渡 邊 金 雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

⑭ 発 明 者 中 嶋 行 雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

⑮ 出 願 人 三 洋 電 機 株 式 会 社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地

⑮ 代 理 人 弁 理 士 河 野 登 夫

明 細 書

1. 発明の名称 積層型光起電力装置

2. 特許請求の範囲

1. 複数の光起電力素子をその厚み方向に積層してなり、受光側の素子で短波長成分の光を吸収し、その反対側の素子で長波長成分の光を吸収するように配設した積層型光起電力装置において、

短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子間に1又は2層以上形成してあることを特徴とする積層型光起電力装置。

2. 前記導電層がITO又は SnO_2 を主成分とする特許請求の範囲第1項記載の積層型光起電力装置。

3. 前記導電層がその受光側の光起電力素子よりも低屈折率である特許請求の範囲第1項記載の積層型光起電力装置。

4. 複数の光起電力素子とその厚み方向に積層してなり、受光側の素子にて短波長成分の光

を吸収し、その反対側の素子にて長波長成分の光を吸収するように形成した積層型光起電力装置において、

短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子のn層又はp層として1又は2層以上形成してあることを特徴とする積層型光起電力装置。

5. 前記n層がSiNである特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

6. 前記p層が IrO_x ($0 < x < 1$)である特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

7. 前記導電層の全厚みが100乃至2000Åである特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は複数の光起電力素子とその厚み方向に積層してなる積層型光起電力装置に関する。

(従来技術)

太陽電池等の光起電力素子は、光エネルギーを

電気エネルギーに変換する機能を有し、その変換効率を高めるべく、複数の光起電力素子をその厚み方向に積層した積層型光起電力装置がある。これは、pn若しくはpin からなる光起電力素子1層では利用効率が低いため、これを積層形成して効率を向上させようとするものである。

斯かる積層型光起電力装置は、より一層効率を高めるべく、受光側に近い光起電力素子ほどバンドギャップを大きくした構造としている。つまり、エネルギーレベルの高い短波長成分の光をバンドギャップの大きいもので吸収させて電気エネルギーに変換し、またエネルギーレベルの低い長波長成分の光をバンドギャップの小さいもので吸収させて電気エネルギーに変換することにより効率を向上させていた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記構造の積層型光起電力装置を使用しても受光側のバンドギャップが大きい光起電力素子で短波長成分の光を十分吸収できず、その光が次の光起電力素子部分に入射するため、

各光起電力素子での光電変換効率は、十分高いレベルとはなっていないかった。ここに更なる改善の余地が残されていた。

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、より光電変換効率の高い積層型光起電力装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明にあっては、各光起電力素子間又はその一部に、透光性かつ導電性を有する材料からなり、これに到達した光の短波長成分を反射する層を形成する。即ち、本発明に係る積層型光起電力装置は、複数の光起電力素子をその厚み方向に積層してなり、受光側の素子で短波長成分の光を吸収し、その反対側の素子で長波長成分の光を吸収するように配設した積層型光起電力装置において、短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子間又はその1部として1又は2層以上形成してあることを特徴とする。

(作用)

本発明にあっては光が導電層に到達すると、こ

れにより短波長成分の光は反射され、長波長成分の光が透過する。反射した短波長成分の光はその受光側の光起電力素子にて吸収されて電気エネルギーに変換され、透過した長波長成分の光は次の光起電力素子へ入り、ここで吸収されて電気エネルギーに変換されるか、或いは更に次の光起電力素子が形成されている場合には上述の光の反射、透過を繰り返す。

(実施例)

以下本発明を図面に基づき具体的に説明する。

第1図は本発明に係る積層型光起電力装置(以下本発明品という)の実施例を示す模式的断面図であり、この装置は光起電力素子10、20を2つ備えている。图中1は透明のガラス層であり、その上に透明電極2、第1のpin型光起電力素子10、前記透光導電層たるITO層7、第2のpin型光起電力素子20及び裏面電極6が順次形成されている。上記第1、第2のpin型光起電力素子10、20はガラス層1側よりp型アモルファスシリコン層3、13、i型アモルファスシリコン層4、14、n型ア

モルファスシリコン層5、15が形成されており、光電変換する。

斯かる本発明品は、次のように作成する。ガラス層1の上に透明電極2を形成したのち、第1表に示す如く基板温度を180℃、プラズマCVD装置内の圧力を0.2Torrに保持して、装置内の電極に30Wの高周波電力を給電し、更に装置内へ B_2H_6 と SiH_4 とを $B_2H_6/SiH_4=0.1$ の比率で供給してp型アモルファスシリコン層3を形成した。

(以下 余 白)

第 1 表

| | | 基板温度 (°C) | 圧力 (Torr) | 高周波出力 (W) | 供給ガス比率 (%) | 膜厚 (Å) |
|-----|-----|--------------|--------------|--------------|------------------------|-----------|
| 第1層 | p | 180 | 0.2 | 30 | $B_2H_6 / SiH_4 : 0.1$ | 100 |
| | i | 200 | 0.1 | 20 | — | 700 |
| | n | 200 | 0.2 | 30 | $PH_3 / SiH_4 : 1$ | 80 |
| | ITO | 200 | 0.001 | 100 | — | 600 |
| 第2層 | p | 180 | 0.2 | 30 | $B_2H_6 / SiH_4 : 0.3$ | 100 |
| | i | 200 | 0.1 | 20 | — | 4000 |
| | n | 200 | 0.2 | 30 | $PH_3 / SiH_4 : 3$ | 400 |

その後、i 型、n 型アモルファスシリコン層 4、5 を第 1 表に示すようにして成長させて、第 1 の光起電力素子 10 を形成した。

次いで、その上にスパッタ法を用いて ITO 層 7 を第 1 表中の条件で形成したのち、膜厚と供給ガス比率とを変更し、他は第 1 の光起電力素子 10 と同様の条件にて第 2 の光起電力素子 20 を形成し、更にその上に裏面電極 6 を形成した。

このようにして形成された本発明品は、第 1 の光起電力素子 10 と第 2 の光起電力素子 20 との間に ITO 層 7 を形成しているので次に記す如き動作をする。

第 2 図は屈折率が約 3.4 の第 1、第 2 の光起電力素子 10、20 間に屈折率が約 1.9 の ITO 層 7 が厚み 600 Å で形成された本発明品に第 1 の光起電力素子 10 側から入射した光の挙動の説明図である。ITO 層 7 は透光性膜であり、この膜に光が照射されると干渉を生じて反射し、その反射率が波長により異なることが知られており（「太陽光発電」高橋清、他、森北出版）、第 2 図の場合の光の反

射率を計算により求めると、第 3 図（横軸に波長（nm）をとり、縦軸に反射率 R（%）をとっている）に示す如く波長が短くなる程、反射率 R は大きくなる。このことより、ITO 層 7 により短波長の光が主に反射されて、その光が第 1 の光起電力素子に吸収され、その出力電圧が高くなる。

第 4 図は本発明の他の実施例を示す模式的断面図を示す。この実施例は光起電力素子の n 層又は p 層を導電層として兼ねるものであり、第 1 の光起電力素子の n 層成長の際、プラズマ CVD 装置内に NH_3 と SiH_4 とを $NH_3 / SiH_4 = 0.1$ の比率で供給し、屈折率が 2.5、厚みが 700 Å である n 型 SiH 層 25 を形成している。

この装置による場合でも n 層 25 に到達した光の短波長成分は n 層 25 にて反射されて戻り、第 1 の光起電力素子 11 にて吸収され、透過した長波長成分は第 2 の光起電力素子 20 にて吸収され、前同様に光電変換効率を向上させ得る。この場合には第 1 図の実施例に示す ITO 層 7 は不要である。

また、本発明は、前同様に第 2 の光起電力素子

の p 層に第 1 の光起電力素子の n 層よりも低屈折率の材料からなる前記導電層たる IrO_x 層（ $0 < x < 1$ ）を形成してもよい。この場合も、同様に光電変換効率を向上させ得、また第 1 図の実施例に示す ITO 層 7 は不要である。

更に、本発明は第 1 の光起電力素子の n 層、第 2 の光起電力素子の p 層に夫々前同様の導電層を形成してもよいことは勿論である。

前記 ITO 層、n-SiH 層及び IrO_x 層等の導電層の厚みについては、第 1 層及び第 2 層に同質のアモルファスシリコンを用いる場合には数 100 Å がエネルギー的に適当であり、第 2 層にバンドギャップの小さいアモルファスシリコン・ゲルマニウム或いは単結晶シリコンを使用する場合は 700～2000 Å がよく、また第 1 層にアモルファスシリコンよりもバンドギャップの広い半導体を用いた場合には 100～600 Å がよい。

従って導電膜の厚みは 100～2000 Å が適当である。

なお、上記第 1 図に示す実施例では導電層とし

てITO層を形成しているが、本発明はこれに限らずSnO₂を主成分とする層を形成してもよい。

また、本発明はITO層、SnO₂層、n-SiN層及びIrO_x層は夫々1層に限らず2層以上形成してもよい。

更に、本発明は上述の如く2層以上形成する場合にはITO層、SnO₂層、n-SiN層、IrO_x層を堆積してもよい。

そして、更に上記説明では光起電力素子をその厚み方向に2層形成した積層型光起電力装置に本発明を適用しているが、本発明はこれに限らず光起電力素子をその厚み方向に3層以上形成したものにも適用できることは勿論である。

(効果)

2つの太陽電池を有する本発明装置へ光を照射して光照射側の第1層の太陽電池と第2層の太陽電池との波長に対する光応答特性を調査した。

第5図は横軸に波長(nm)をとり、縦軸に光応答をとって、その結果(実線)をまとめた図であり、比較のために従来装置の結果(破線)を併せて

て示している。この図より理解される如く、第1層の太陽電池での短波長光感度が上昇し、第2層の太陽電池へは短波長成分の光が殆ど入射しない。このため、光電変換効率を向上でき、従来7.0%であったのを本発明により7.5%に向上できた。

また、アモルファスシリコンを用いた積層型光起電力装置では光照射時間に応じて光電変換効率が低下する現象があることが知られており、このため本発明装置の光電変換効率の経時変化を調査した。

第6図は横軸に光照射時間(時)をとり、縦軸に測定値を初期値で除して規格化した変換効率をとって、装置に光強度500mW/cm²で照射したときの調査結果(実線)をまとめたグラフであり、比較のために従来装置の結果(破線)を併せて示している。

この図より理解される如く、従来では光照射時間が例えば5時間経過すると変換効率が約0.7%低下していたが、本発明によりそれを0.4%程度とすることができ、経時変化を小さくできた。

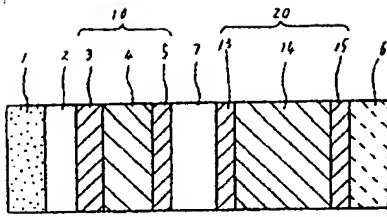
以上詳述した如く本発明は、各光起電力素子間又はその一部に、短波長の光を反射し、長波長の光を透過する導電層を形成してあるので、各光起電力素子での光電変換効率を向上でき、これにより積層型光起電力装置全体での出力も高め得る等優れた効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

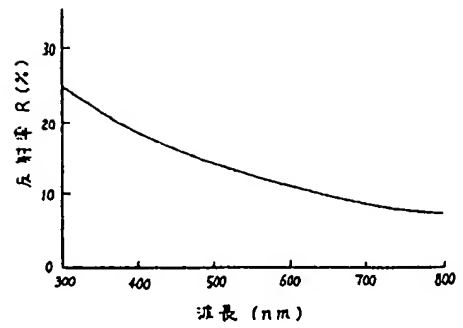
第1図は本発明の実施例を示す模式的断面図、第2図は本発明品の光の挙動説明図、第3図は本発明品における波長と反射率との関係を示す図、第4図は本発明の他の実施例を示す模式的断面図、第5図、第6図は本発明の効果の説明図である。

7…ITO層 10,11…第1の光起電力素子
20…第2の光起電力素子 25…n-SiN層

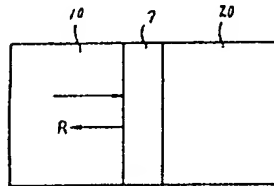
特許出願人 三洋電機株式会社
代理人 弁理士 河野 登夫



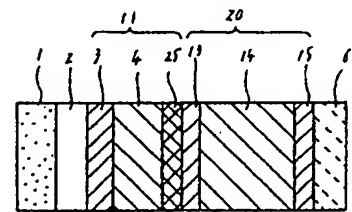
第 1 図



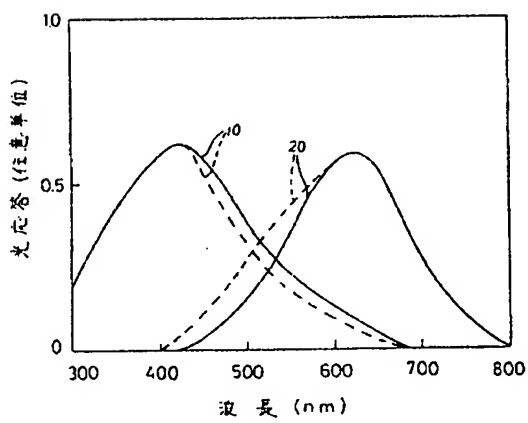
第 3 図



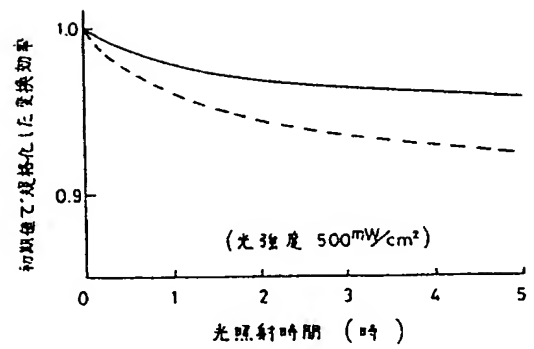
第 2 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02460267 **Image available**
LAMINATED PHOTOVOLTAIC DEVICE

PUB. NO.: 63-077167 A]
PUBLISHED: April 07, 1988 (19880407)
INVENTOR(s): WATANABE KANEO
 NAKAJIMA YUKIO
APPLICANT(s): SANYO ELECTRIC CO LTD [000188] (A Japanese Company or
 Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 61-223223 [JP 86223223]
FILED: September 19, 1986 (19860919)
INTL CLASS: [4] H01L-031/04
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 35.1 (NEW
 ENERGY SOURCES -- Solar Heat)
JAPIO KEYWORD: R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors)
JOURNAL: Section: E, Section No. 648, Vol. 12, No. 310, Pg. 86, August
 23, 1988 (19880823)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a laminated photovoltaic device which has high photoelectric conversion efficiency by forming one or more conductive layers which pass a light of long wavelength between laminated photovoltaic elements.

CONSTITUTION: A transparent electrode 2, a first pin type photovoltaic element 10, a light transmission conductive layer (ITO) layer 7, a second pin type photovoltaic element 20 and a rear surface electrode 6 are sequentially formed on a transparent glass layer 1. The elements 10, 20 are formed of p-type a-Si layers 3, 13, i-type a-Si layers 4, 14, and n-type a-Si layers 5, 15. An ITO layer 7 mainly reflects a short wavelength light, the short wavelength light is absorbed to the element 10, and the transmitted long wavelength light is absorbed to the element 10. Thus, a laminated photovoltaic device having high photoelectric conversion efficiency is obtained.

DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

8093831

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 63077167 A2 880407 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applic No | Kind | Date |
|-------------|------|--------|-------------|------|----------------|
| JP 63077167 | A2 | 880407 | JP 86223223 | A | 860919 (BASIC) |

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 86223223 A 860919

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 63077167 A2 880407

LAMINATED PHOTOVOLTAIC DEVICE (English)

Patent Assignee: SANYO ELECTRIC CO

Author (Inventor): WATANABE KANEO; NAKAJIMA YUKIO

Priority (No,Kind,Date): JP 86223223 A 860919

Applic (No,Kind,Date): JP 86223223 A 860919

IPC: * H01L-031/04

Derwent WPI Acc No: ; G 88-135982

JAPIO Reference No: ; 120310E000086

Language of Document: Japanese

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-77167

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)4月7日

H 01 L 31/04

W-6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑬ 発明の名称 積層型光起電力装置

⑭ 特 願 昭61-223223

⑮ 出 願 昭61(1986)9月19日

⑯ 発 明 者 渡 邊 金 雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
⑰ 発 明 者 中 嶋 行 雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
⑱ 出 願 人 三 洋 電 機 株 式 会 社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地
⑲ 代 理 人 弁 理 士 河 野 登 夫

明 細 書

1. 発明の名称 積層型光起電力装置

2. 特許請求の範囲

1. 複数の光起電力素子とその厚み方向に積層してなり、受光側の素子で短波長成分の光を吸収し、その反対側の素子で長波長成分の光を吸収するように配設した積層型光起電力装置において、

短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子間に1又は2層以上形成してあることを特徴とする積層型光起電力装置。

2. 前記導電層がITO又は SnO_2 を主成分とする特許請求の範囲第1項記載の積層型光起電力装置。

3. 前記導電層がその受光側の光起電力素子よりも低屈折率である特許請求の範囲第1項記載の積層型光起電力装置。

4. 複数の光起電力素子とその厚み方向に積層してなり、受光側の素子にて短波長成分の光

を吸収し、その反対側の素子にて長波長成分の光を吸収するように形成した積層型光起電力装置において、

短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子のn層又はp層として1又は2層以上形成してあることを特徴とする積層型光起電力装置。

5. 前記n層がSiNである特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

6. 前記p層が IrO_x ($0 < x < 1$)である特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

7. 前記導電層の全厚みが100乃至2000Åである特許請求の範囲第4項記載の積層型光起電力装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は複数の光起電力素子とその厚み方向に積層してなる積層型光起電力装置に関する。

(従来技術)

太陽電池等の光起電力素子は、光エネルギーを

電気エネルギーに変換する機能を有し、その変換効率を高めるべく、複数の光起電力素子をその厚み方向に積層した積層型光起電力装置がある。これは、pn若しくはp1a からの光起電力素子1層では利用効率が低いため、これを積層形成して効率を向上させようとするものである。

斯かる積層型光起電力装置は、より一層効率を高めるべく、受光側に近い光起電力素子ほどバンドギャップを大きくした構造としている。つまり、エネルギーレベルの高い短波長成分の光をバンドギャップの大きいもので吸収させて電気エネルギーに変換し、またエネルギーレベルの低い長波長成分の光をバンドギャップの小さいもので吸収させて電気エネルギーに変換することにより効率を向上させていた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記構造の積層型光起電力装置を使用しても受光側のバンドギャップが大きい光起電力素子で短波長成分の光を十分吸収できず、その光が次の光起電力素子部分に入射するため、

れにより短波長成分の光は反射され、長波長成分の光が透過する。反射した短波長成分の光はその受光側の光起電力素子にて吸収されて電気エネルギーに変換され、透過した長波長成分の光は次の光起電力素子へ入り、ここで吸収されて電気エネルギーに変換されるか、或いは更に次の光起電力素子が形成されている場合には上述の光の反射、透過を繰り返す。

(実施例)

以下本発明を図面に基づき具体的に説明する。
第1図は本発明に係る積層型光起電力装置(以下本発明品という)の実施例を示す模式的断面図であり、この装置は光起電力素子10、20を2つ備えている。図中1は透明のガラス層であり、その上に透明電極2、第1のpin型光起電力素子10、前記透光導電層たるITO層7、第2のpin型光起電力素子20及び裏面電極6が順次形成されている。上記第1、第2のpin型光起電力素子10、20はガラス層1側よりp型アモルファスシリコン層3、13、i型アモルファスシリコン層4、14、n型ア

各光起電力素子での光電変換効率は、十分高いレベルとはなっていないかった。ここに更なる改善の余地が残されていた。

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、より光電変換効率の高い積層型光起電力装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明にあっては、各光起電力素子間又はその一部に、透光性かつ導電性を有する材料からなり、これに到達した光の短波長成分を反射する層を形成する。即ち、本発明に係る積層型光起電力装置は、複数の光起電力素子をその厚み方向に積層してなり、受光側の素子で短波長成分の光を吸収し、その反対側の素子で長波長成分の光を吸収するように配設した積層型光起電力装置において、短波長の光を反射し、長波長の光を透過させる導電層を、前記各光起電力素子間又はその1部として1又は2層以上形成してあることを特徴とする。

(作用)

本発明にあっては光が導電層に到達すると、こ

モルファスシリコン層5、15が形成されており、光電変換する。

斯かる本発明品は、次のように作成する。ガラス層1の上に透明電極2を形成したのち、第1表に示す如く基板温度を180℃で、プラズマCVD装置内の圧力を0.2Torrに保持して、装置内の電極に30Wの高周波電力を給電し、更に装置内へ B_2H_6 と SiH_4 とを $B_2H_6/SiH_4=0.1$ の比率で供給してp型アモルファスシリコン層3を形成した。

(以下余白)

第 1 表

| | | 基板温度 (℃) | 圧力 (Torr) | 高周波出力 (W) | 供給ガス比率 (%) | 膜厚 (Å) |
|-------|-----|-------------|--------------|--------------|------------------------|-----------|
| 第 1 層 | p | 180 | 0.2 | 30 | $B_2H_6 / SiH_4 : 0.1$ | 100 |
| | i | 200 | 0.1 | 20 | — | 700 |
| | n | 200 | 0.2 | 30 | $PH_3 / SiH_4 : 1$ | 80 |
| | ITO | 200 | 0.001 | 100 | — | 600 |
| 第 2 層 | p | 180 | 0.2 | 30 | $B_2H_6 / SiH_4 : 0.3$ | 100 |
| | i | 200 | 0.1 | 20 | — | 4000 |
| | n | 200 | 0.2 | 30 | $PH_3 / SiH_4 : 3$ | 400 |

その後、1 型、n 型アモルファスシリコン層 4、5 を第 1 表に示すようにして成長させて、第 1 の光起電力素子 10 を形成した。

次いで、その上にスパッタ法を用いて ITO 層 7 を第 1 表中の条件で形成したのち、膜厚と供給ガス比率とを変更し、他は第 1 の光起電力素子 10 と同様の条件にて第 2 の光起電力素子 20 を形成し、更にその上に裏面電極 6 を形成した。

このようにして形成された本発明品は、第 1 の光起電力素子 10 と第 2 の光起電力素子 20 との間に ITO 層 7 を形成しているので次に記す如き動作をする。

第 2 図は屈折率が約 3.4 の第 1、第 2 の光起電力素子 10、20 間に屈折率が約 1.9 の ITO 層 7 が厚み 600 Å で形成された本発明品に第 1 の光起電力素子 10 側から入射した光の挙動の説明図である。ITO 層 7 は透光性膜であり、この膜に光が照射されると干渉を生じて反射し、その反射率が波長により異なることが知られており（「太陽光発電」高橋清、他、森北出版）、第 2 図の場合の光の反

射率を計算により求めると、第 3 図（横軸に波長（nm）をとり、縦軸に反射率 R（%）をとっている）に示す如く波長が短くなる程、反射率 R は大きくなる。このことより、ITO 層 7 により短波長の光が主に反射されて、その光が第 1 の光起電力素子に吸収され、その出力電圧が高くなる。

第 4 図は本発明の他の実施例を示す模式的断面図を示す。この実施例は光起電力素子の n 層又は p 層を導電層として兼ねるものであり、第 1 の光起電力素子の n 層成長の際、プラズマ CVD 装置内に NH_3 と SiH_4 とを $NH_3 / SiH_4 = 0.1$ の比率で供給し、屈折率が 2.5、厚みが 700 Å である n 型 SiH_4 層 25 を形成している。

この装置による場合でも n 層 25 に到達した光の短波長成分は n 層 25 にて反射されて戻り、第 1 の光起電力素子 11 にて吸収され、透過した長波長成分は第 2 の光起電力素子 20 にて吸収され、前同様に光電変換効率を向上させ得る。この場合には第 1 図の実施例に示す ITO 層 7 は不要である。

また、本発明は、前同様に第 2 の光起電力素子

の p 層に第 1 の光起電力素子の n 層よりも低屈折率の材料からなる前記導電層たる $IrOx$ 層（ $0 < x < 1$ ）を形成してもよい。この場合も、同様に光電変換効率を向上させ得、また第 1 図の実施例に示す ITO 層 7 は不要である。

更に、本発明は第 1 の光起電力素子の n 層、第 2 の光起電力素子の p 層に夫々前同様の導電層を形成してもよいことは勿論である。

前記 ITO 層、n-SiH₄ 層及び $IrOx$ 層等の導電層の厚みについては、第 1 層及び第 2 層に同質のアモルファスシリコンを用いる場合には数 100 Å がエネルギー的に適当であり、第 2 層にバンドギャップの小さいアモルファスシリコン・ゲルマニウム或いは単結晶シリコンを使用する場合は 700～2000 Å がよく、また第 1 層にアモルファスシリコンよりもバンドギャップの広い半導体を用いた場合には 100～600 Å がよい。

従って導電膜の厚みは 100～2000 Å が適当である。

なお、上記第 1 図に示す実施例では導電層とし

てITO層を形成しているが、本発明はこれに限らずSnO₂を主成分とする層を形成してもよい。

また、本発明はITO層、SnO₂層、n-SiN層及びIrO_x層は夫々1層に限らず2層以上形成してもよい。

更に、本発明は上述の如く2層以上形成する場合にはITO層、SnO₂層、n-SiN層、IrO_x層を混成してもよい。

そして、更に上記説明では光起電力素子をその厚み方向に2層形成した積層型光起電力装置に本発明を適用しているが、本発明はこれに限らず光起電力素子をその厚み方向に3層以上形成したものにも適用できることは勿論である。

(効果)

2つの太陽電池を有する本発明装置へ光を照射して光照射側の第1層の太陽電池と第2層の太陽電池との波長に対する光応答特性を調査した。

第5図は横軸に波長(nm)をとり、縦軸に光応答をとって、その結果(実線)をまとめた図であり、比較のために従来装置の結果(破線)を併せて

て示している。この図より理解される如く、第1層の太陽電池での短波長光感度が上昇し、第2層の太陽電池へは短波長成分の光が殆ど入射しない。このため、光電変換効率を向上でき、従来7.0%であったのを本発明により7.5%に向上できた。

また、アモルファスシリコンを用いた積層型光起電力装置では光照射時間に応じて光電変換効率が低下する現象があることが知られており、このため本発明装置の光電変換効率の経時変化を調査した。

第6図は横軸に光照射時間(時)をとり、縦軸に測定値を初期値で除して規格化した変換効率をとって、装置に光強度500mW/cm²で照射したときの調査結果(実線)をまとめたグラフであり、比較のために従来装置の結果(破線)を併せて示している。

この図より理解される如く、従来では光照射時間が例えば5時間経過すると変換効率が約0.7%低下していたが、本発明によりそれを0.4%程度とすることができ、経時変化を小さくできた。

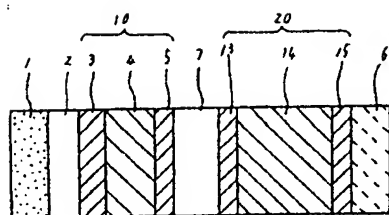
以上詳述した如く本発明は、各光起電力素子間又はその一部に、短波長の光を反射し、長波長の光を透過する導電層を形成してあるので、各光起電力素子での光電変換効率を向上でき、これにより積層型光起電力装置全体での出力も高め得る等優れた効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

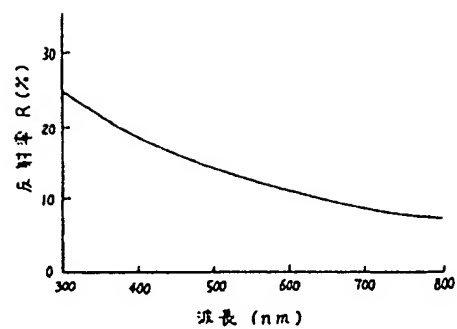
第1図は本発明の実施例を示す模式的断面図、第2図は本発明品の光の挙動説明図、第3図は本発明品における波長と反射率との関係を示す図、第4図は本発明の他の実施例を示す模式的断面図、第5図、第6図は本発明の効果の説明図である。

7…ITO層 10,11…第1の光起電力素子
20…第2の光起電力素子 25…n-SiN層

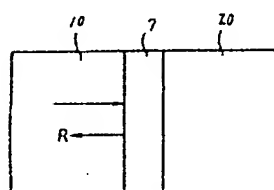
特許出願人 三洋電機株式会社
代理人 弁理士 河野 登夫



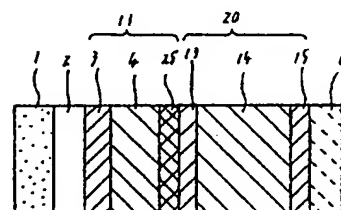
第 1 図



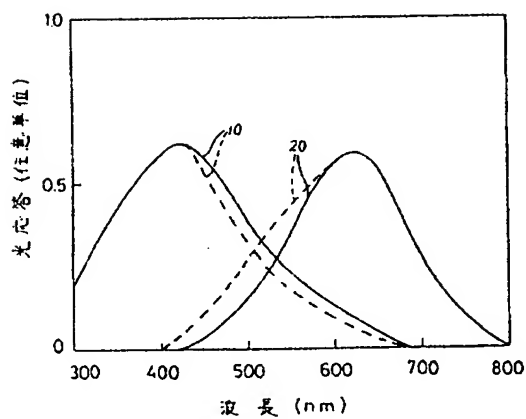
第 3 図



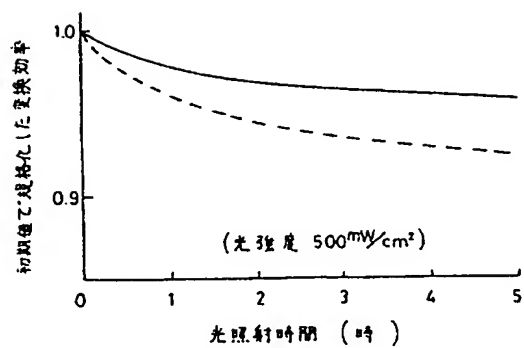
第 2 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図